

ESPAÇO, TEMPO E VELOCIDADE: REPRESENTAÇÕES DECORRENTES DE AÇÕES MENTAIS.

Paulo Rômulo de Oliveira Frota¹

(UFPI/Programa de Pós-Graduação - Doutorado em Educação: Ensino de Ciências/UFSC)
prfrota@hotmail.com

José André P. Angotti²

(UFSC/ Programa de Pós-Graduação - Doutorado em Educação: Ensino de Ciências/UFSC)
ced1opm@ced.ufsc.br

Resumo

A busca de entendimento dos processos mentais através de comportamentos externalizados justifica-se porquanto a relação do homem com o mundo depende inicialmente de um conjunto de habilidades mentais/motoras que lhe permite situar-se como sujeito perante a natureza e a sociedade. Sensações e percepções alcançadas por via dos sentidos constituem requisitos para a elaboração complexa dos *conceitos, relações e estruturas*. Consideramos a relevância dos conceitos primevos *espaço e tempo* e sua primeira derivação para a interpretação os movimentos - a *velocidade*, na presente investigação. Criamos e utilizamos um software de maneira a viabilizar o computador como mediador instrumental junto a 140 alunos, de 7 a 14 anos, de duas escolas diferentes da grande Florianópolis/SC e verificamos como os sujeitos reagem frente a tarefas problemáticas envolvendo esses conceitos cotidianos de um lado e científicos, de outro. Um conjunto de estratégias foi utilizado para intermediar os processos mentais que possibilitaram a *integração das variáveis* por 68,8% da amostra, apontando a Idade e a Escolaridade como variáveis mais significantes para o processo.

Introdução

As Ciências cognitivas a partir de W.Wundt, estudam as interações do indivíduo com o seu contexto de forma interdisciplinar em função da atuação das funções mentais superiores, frente a questões da vida diária, dos fenômenos naturais e ou sociais, reais ou virtuais, em um ramo da psicologia por ele designado *Volkerpsychologie* (Cole, in Moll, 1996:86).

A busca de entendimento dos processos mentais através de comportamentos externalizados justifica-se porquanto a relação do homem com o mundo depende inicialmente de um conjunto de habilidades mentais/motoras que lhe permite situar-se como sujeito perante a natureza e a sociedade e, geralmente promovem a aquisição de conceitos por via dos sentidos, a partir de modelos mentais.

Os modelos mentais, com afirmam Krapas et alii (1997) constituem um veio rico e inovador sobre a cognição humana, presentes em várias vertentes aplicadas á educação e em particular, ao ensino de ciências, como aponta a literatura internacional. Não obstante as contribuições de Moreira (1996) e Borges (1997), no presente texto estamos trilhando uma vertente alternativa, utilizando o referencial da psicologia soviética.

¹ Parcialmente financiado pelo SPEC/PADCT/CAPES

² Parcialmente financiado pelo CNPq

Sabidamente as percepções, as sensações e conceituações de espaço, tempo e velocidade contribuem sobremaneira para adaptação dos sujeitos, *pois o homem encontra na sociedade e no mundo transformado pelo processo socio-histórico os meios, aptidões e saber-fazer necessários para realizar a atividade que mediatiza a sua ligação com a natureza* (Leontiev, 1978:173), permitindo a aquisição de um conjunto de habilidades que levam ao refletir sobre as relações entre o sujeito e o mundo, que efetivamente ocorrem em um espaço e sob a égide de um certo intervalo de tempo.

As relações que travamos quer no mundo físico quanto no social podem ser expressas em termos conceituais. Um conceito é algo que vai além do material ou fenomênico, da imagem ou modelo; é a abstração, enfim, da essência de algo, o reflexo consciente da realidade, uma construção elaborada socialmente (Leontiev, 1978:85). Vigotsky (1993) os admite, segundo a sua gênese e evolução, de duas espécies: os conceitos cotidianos e os conceitos científicos. Ao contrário de Piaget, não os toma por antagônicos e sim, de certa forma, complementares e passíveis de equilíbrio, a partir do movimento em sentidos opostos de seus desenvolvimentos.

Os conceitos cotidianos, também entendidos como conceitos do dia-a-dia, espontâneos e vulgares formam-se primeiro, diretamente da experiência sensível com os objetos e fenômenos, baseado em atributos isolados, semelhanças concretas, visíveis através das conexões fatuais entre elementos discretos da experiência diária e, enquanto categorias ontológicas, compõem a base da cosmovisão do indivíduo.

Por sua vez, os conceitos científicos consolidam-se a partir definição discursiva que procura evidenciar os atributos mais marcantes do objeto ou fenômeno que estão presentes na definição. O trabalhar para focar os atributos mais marcantes pressupõe um processo de mediação que vai quebrar o ciclo imediato do estímulo/resposta que leva à experiência/conceito, admitindo-se uma nova via que vai do conceito ao objeto, através da percepção consciente de suas relações. Estes conceitos que na realidade expressam sistemas de relações entre objetos definidos em teorias e leis formulados pela cultura são disseminados pela escola.

Para tanto, a escola mune-se de uma linguagem nova – linguagem científica -, que atende a determinadas regras de conduta que difere da linguagem comum, associativa do som à palavra. Ao contrário, linguagem científica discerne o significado do significante, o verbo da ação, sempre com o concurso de um elemento mediador. Este mediador pode ser entendido como um elemento interposto entre o trabalhador e o objeto de seu trabalho, ampliando as possibilidades de transformação da natureza (Oliveira, 1997:29). No caso da escola, podem ser instrumental (naturais ou artificiais) ou social, como quando o professor, em sala, utiliza em seu discurso a seqüência introdução-resposta-avaliação (Searle, 1969) que facilita a compreensão de um teorema matemático.

No presente estudo desejamos verificar como os conceitos cotidianos de velocidade espaço e tempo podem ser relacionados por escolares que ainda não os estudaram formalmente na escola, utilizando o computador como mediador instrumental. No bojo desta questão estão a procura de repostas para o seguinte questionamento: Como reagem crianças e jovens submetidos a situações virtuais que representam situações reais conhecidas, no caso a integração da velocidade, espaço e tempo na simulação de uma corrida? Quais as estratégia utilizadas pelos sujeitos para responder ao desafio da integração (da velocidade, espaço e

tempo) em função de estímulos sonoros? Qual a influência, no processo de integração, das variáveis: sexo, idade e escolarização?

Sujeitos

A amostra contou com cento e quarenta (140) sujeitos, crianças e adolescentes de primeira a oitava séries de duas (2) escolas da cidade de Florianópolis/SC, uma particular e outra pública, setenta e duas (72) do sexo masculino e sessenta e oito (68) do sexo feminino, na faixa etária de sete (7) a quatorze anos (14), escolhidos aleatoriamente dentro de cada série escolar por compatibilidade de idade/série, no conjunto daqueles que possuíam habilidades com o uso e manuseio do computador.

Instrumental

Utilizamos como instrumento de coleta de dados um software multimídia (Jogo da Distância), confeccionado para este fim, utilizando uma programação dirigida ao objeto através do Authorware e Photoshop, da Adobe, rodando em plataforma PC equipada com multimídia. O software interativo simula uma corrida em uma pista oval de 300 metros onde o usuário escolhe as modalidades de maratonismo, ciclismo e automobilismo, uma por vez, movimentando-se após o toque intermitente de uma sirene nas modalidades de toque curto (2 segundos), toque médio (5 segundos) e toque longo (8 segundos), armazenando as estimativas de espaço em cada modalidade. Os resultados são apresentados, ao final do jogo, em tabelas e gráficos.

Procedimentos

Ao iniciar o teste, escolhendo a modalidade de corrida (que representa a velocidade), o usuário ouve um toque intermitente de sirene (em uma modalidade de duração randômica entre 2, 3 e 8 segundos, que representa o tempo implicitamente, uma vez que não há nenhuma descodificação desta estratégia para o sujeito). Após ouvir a sirene de seu jogo (protegido por fones de ouvido), o aprendiz move a mancha/veículo pela pista, com o mouse, marcando o espaço que julga ter sido percorrido (uma só dimensão - distância) naquela modalidade. A operação era repetida três vezes para cada modalidade. Durante a aplicação do teste, o pesquisador e uma assistente prestavam as informações possíveis e entrevistavam os sujeitos acerca da atividade, do espaço, tempo e velocidade que percebiam/concebiam em suas representações, registrando dados para posterior análise.

Resultados

Após apurados, os dados foram submetidos à análise estatística³, optando-se pela linearização das curvas obtidas por cada sujeito, a partir dos gráficos individuais. Esta opção metodológica foi escolhida a partir das desigualdades físicas impostas pelos modelos tecno-sociais. No teste/jogo enfrentado, o homem a pé andarà uma distancia menor quando o tempo

³ Agradecemos ao Prof. Fernando Lang da Silveira/IF-UFRGS a colaboração na escolha, adequação e tratamento do modelo estatístico utilizado no presente trabalho.

for menor e assim sucessivamente, obedecendo uma linearidade entre o tempo e o espaço, para médias constantes de velocidade a cada situação. Este raciocínio aplicado à todas as modalidades, permite um modelo gradativo que pode ser expresso pela relação geral: $V_{pé} < V_{bicicleta} < V_{carro}$ para qualquer que seja o tempo analisado.

Dentro desta possibilidade foi calculado, para cada sujeito individualmente, a declividade da reta de regressão do espaço contra o tempo para as modalidades a pé, de bicicleta e de carro, utilizando-se o método dos mínimos quadrados com quatro pontos: distâncias a 2s, 5s, 8s e o ponto (0,0), criando-se as novas variáveis Bpe, Bbi e Bca.

A seguir foi criada a variável *Velcor* – variável dependente, binomial – que assumiu o valor 1 se as declividades preenchem a seguinte condição: $Bpe < Bbi < Bca$; em qualquer outra possibilidade ela assumiu o valor zero (0). Assim, foram sintetizadas em *Velcor* as nove variáveis (*Epc, Epm, Epl; Ebc, Ebm, Ebl; Ecc, Ecm, Ecl*) espaço a velocidades diversas em tempos curto, médio e longo. Esta nova variável deve ser explicada pelo conjunto de variáveis independentes: *Sexo, Idade, Série e Escola*.

Tabela 1. Média e Desvio Padrão das Declividades e Velcor para a amostra.

Idade (anos)	Média Bpe	Sd MBpe	Média Bbi	Sd MBbi	Média Bca	Sd MBca	Média Velcor	Número sujeitos
7	29.42	2.10	26.51	2.18	24.61	2.77	.08	13
8	17.98	2.72	17.61	1.96	23.28	1.85	.37	19
9	27.92	2.58	28.38	1.95	30.22	1.52	.31	13
10	17.29	2.47	21.55	2.15	18.22	2.69	.50	18
11	11.77	1.89	17.68	2.82	22.62	2.03	.63	19
12	12.73	1.65	17.99	1.84	28.30	1.68	.82	22
13	17.61	2.36	22.57	2.11	26.89	1.96	.68	19
14	14.81	2.76	19.63	2.49	23.14	2.47	.59	17

Verificamos que a partir da faixa etária de 11 anos as médias que representam os valores das inclinações para as velocidades do homem a pé, de bicicleta e de carro, apresentam, uma seqüência crescente, ao passo que *Velcor* é crescente entre 10 e 12 anos, conforme tabela.

Uma das técnicas estatísticas adequada para se estudar a relação entre variável binomial (dependente) com as diversas covariáveis (independentes) numéricas e/ou categóricas é a *regressão logística*. Esta técnica permite quantificar o poder explicativo que o conjunto de variáveis independentes, cada uma individualmente (*ceteris paribus*) exerce sobre a variável dependente, no caso *Velcor*. Antecedendo a Regressão Logística, apresenta-se um conjunto de resultados referentes à Contingência (*crosstabs*) ou pertinência da utilização das variáveis independentes na análise da *Regressão Logística*.

Este procedimento permite verificar se estas variáveis são ou não significativas e portanto, pertinentes à explicação da variável *Velcor*; fornecem dados que permitem explicitar a relação que ela possui com cada uma das variáveis Idade, Sexo, Escola e Série escolar.

Verifica-se que o menor desempenho, o que era esperado, situa-se na faixa dos 7 anos, com um índice de 8,0 % em *Velcor 1* e o maior desempenho no entendimento da gradação

das velocidades e conseqüentemente na coordenação das variáveis em questão situa-se na faixa etária de 12 anos, com um percentual de escolha de 82,0 % .

Pode-se verificar ainda que, em termos de poder explicativo, é significativo o Coeficiente Contingência de 0.377 para um grau de significância de 0.001.

A exemplo deste procedimento, verificamos a Contingência para o Tipo de Escola, do Sexo e da Série Escolar na explicação de *Velcor*. A escola 2 demonstrou uma ligeira supremacia no desempenho (57,8% contra 45,3 % da escola 1, apresentando Contingência de 0.127, também significativa.

O resultado do exame da pertinência da variável Sexo em função do seu poder de explicação de *Velcor* não apresentou diferença significativa para nenhum dos sexos (aproximadamente 50,0%). Quando a variável Série Escolar (variando de 1 a 8) verifica-se uma evolução crescente a partir da primeira série até sexta série, caindo a partir da sétima e oitava. Verifica-se que a série de maior concentração em *Velcor 1* é a sexta série, que corresponde à faixa etária de 12 anos (82,0%).

Tabela 2. Contingência (crosstab) de pertinência da variável Idade/Velcor

Idade	Número /%	Velcor		Total
		0,0	1,0	
7	Count	12	1	13
	% within idade	92,3 %	7,7%	100,0%
8	Count	12	7	19
	% within idade	63,2%	36,8%	100,0%
9	Count	9	4	13
	% within idade	69,2%	30,8%	100,0%
10	Count	9	9	18
	% within idade	50,0%	50,0%	100,0%
11	Count	7	12	19
	% within idade	36,8%	63,2%	100,0%
12	Count	4	18	22
	% within idade	18,2%	81,8%	100,0%
13	Count	6	13	19
	% within idade	31,6%	68,4%	100,0%
14	Count	7	10	17
	% within idade	41,2%	58,8%	100,0%
Total	Count	66	74	140
	% within Idadec	47,4%	52,6%	100,0%
Countingency Coefficient : 0.377		Approx. Sig.: 0.001		

A *Regressão Logística* foi iniciada com as variáveis Escola, Idade e Série, lembrando que a variável idade assumia oito (8) categorias, codificadas em oito (8) variáveis *dummy*. O Método utilizado foi o *Backward – LR* que iniciou com todas as três variáveis, eliminado inicialmente a variável Sexo pois não acrescentava poder explicativo ao conjunto, verifica-se a partir da equação de regressão logística abaixo o poder explicativo das variáveis Escola e Idade sobre *Velcor*.

Tabela 3 . Análise da Regressão Logística para a amostra

Variable	B	S.E.	Wald	df	Sig	R	Exp(B)
Escola	,6832	,3869	3,1187	1	,0774	,0725	1,9802
Idadec			20,4290	8	,0088	,1442	
Idadec6	3,2100	1,1584	7,6790	1	,0056	,1633	24,7792
Constant	-3,5324	1,2155	8,4459	1	,0037		

Na análise da *Regressão Logística*, os coeficientes *B* e *Wald* permitem medir a relação de cada variável com a variável dependente. A variável *Escola* explica menos do que *Idade* a habilidade em relacionar as variáveis. O coeficiente *B* positivo indica que na *Escola 2* há maior incidência em *Velcor 1*. Os resultados para a sexta série, idade de 12 anos apresentam-se altamente significativos ($B = 3,2100$, $W = 7,6790$).

Discussão

Verificou-se durante as entrevistas que a quase totalidade dos sujeitos demonstram o entendimento do tempo e do espaço nos seus aspectos sociais (psicológicos) e mecânico. As relações de linearidade, tarde ou cedo, ontem e hoje, agora e antigamente, eventos sincrônicos e não-sincronizados; antes e depois, próximo-distante (contiguidade, consecução), dentro e fora; junto, disjunto foram entendidos por todos, quer os menores, de sete anos quanto os maiores, de 14.

Muitos, dentre os menores, de até 9 anos, tiveram problemas em identificar e distinguir as duas menores durações (2 e 5 segundos). Quem o fez, realmente consciente de que os intervalos de tempo do toque da buzina eram perfeitamente diferentes e não confundíveis.

Vale salientar que conforme Leontiev (1978) o jogo, ao lado do trabalho e da aprendizagem formal é uma das modalidades de atividade que promovem a aprendizagem, possui como motor diretivo um motivo. Para as crianças menores de 10 anos, o motivo da atividade era o lúdico. O jogo foi considerado uma atividade em si, cujo motivo escudava-se na própria diversão. Dos 11 aos 12 anos o motivo diretor da atividade parece ter sido o desafio, o vencer no jogo, o demonstrar que era capaz de superar as restrições dos sentidos.

Os maiores, 13 a 14 anos, por, de certa forma dominarem os conteúdos abordados pelo jogo, não demonstraram nenhum grande interesse ou motivação, a não ser cumprir uma formalidade de participação em uma atividade de avaliação de soft, transparecendo que para esta faixa etária o jogo não apresentava desafios. Estes motivos, expressos explícita ou implicitamente, parecem sacramentar os resultados obtidos, como se verifica na Tabela de médias e desvios padrão das declividades (Tabela 1), que a partir de 11 anos os valores das inclinações das velocidades apresentam uma abertura em leque ($Mbpe = 11,77$; $Mbbi = 17,68$ e $Mbca = 22,62$), demonstrando a integração de um modelo multiplicativo das variáveis.

Obtivemos fortes indicadores, portanto, de que os sujeitos não só distinguem as velocidades que associam a cada móvel, mas também entendem que entre elas existe um fator multiplicativo que as faz manter uma ordem crescente de acordo com o tempo $Tc < Tm < Tl$, o que implica escalonamento de $Vca > Vbi > Vpe$.

A aplicação de *crosstabs* para a pertinência do poder explicativo das variáveis idade, sexo, escola e série escolar foi fundamental para perceber-se como estas variáveis isoladas afetam a variável *Velcor* e conseqüentemente, a integração. Os sujeitos de 7 anos obtiveram o desempenho mais baixo na integração, isto é, demonstraram não entender como correlacionar as velocidades com as durações. Muitos não conseguiram distingui-las e outros estavam centrados no lúdico muito mais que na experiência propriamente dita. O melhor desempenho ficou com a faixa de 12 anos com um percentual de 81,8 % de integrações corretas.

Com um coeficiente de contingência de 0.377 e $p < .001$ a idade é uma variável muito significativa para a explicação da integração. Não podemos negar que o amadurecimento de algumas funções psicológicas básicas constituem condição inicial para o aprendizado e conseqüente desenvolvimento intelectual, embora este processo não possa ser tabelado por idade ou faixas etárias. Preferimos contabilizar a influência da idade ao fato do acúmulo de experiências societárias, dentro e fora da escola, pois como afirma Vygotsky (1996:11) *a cada passo de uma nova etapa da idade não só se modificam e se desenvolvem os próprios mecanismos da conduta, mas também suas forças motrizes.*

Quanto ao tipo de *escola* – particular e pública – às quais se filiam a amostra, mostrou-se ligeiramente tendente à particular (escola 2) com um percentual de 57,8 % de relações que se comportam dentro do modelo esperado. Isto quer dizer que os alunos da escola particular compreendem e diferenciam melhor as velocidades e suas gradações em função do tempo, assegurando maior incidência de declividades das retas de regressão que a escola 1 (45,3%). Mesmo diante desse resultado, não é demais afirmar-se que ambas as escolas não privilegiam experiências significativas que possam alicerçar o senso espaço-temporal de que seus alunos necessitam hoje.

Quanto a variável *sexo* verifica-se que estatisticamente não contribui para o processo de integração do espaço/tempo, possivelmente porque as questões de gênero hoje, já estejam sendo melhor trabalhadas ou abolidas em função das relações sociais cada vez mais igualitárias e justas, mas sobremaneira, pelo grau de significância (0.085) que ultrapassa o limite de $p < 0.05$.

Quanto a variável *série escolar* (de primeira a oitava) a evolução crescente a partir da primeira série até a sexta, caindo a partir da sétima série, parece estar ligada ao tipo de atividade escolhida para a coleta de dados: o jogo, *a atividade humana, de caracter social, frente a qual o sujeito age prazerosamente numa repetição de ações da vida real ou imaginária.* Enquanto representação da vida real, o jogo tem enorme valor educacional (Ariés, 1981; Benjamin, 1984; Elkonin, 1980) e com a idade nos qualifica para a vida adulta, real, à medida que formalmente, pela escolarização, evoluímos dos conceitos quotidianos às concepção científica.

Em conseqüência, *idade e série escolar* – onde uma gama de experiências nos são proporcionadas formalmente, parecem as duas variáveis que mais fortemente determinam a concepção de tempo e espaço na amostra estudada. Esta forte relação (Coeficiente Contingência idade = 0.364 e Coeficiente Contingência série escolar = 0.377, com $p < 0.001$) pode ser contabilizada ao compasso idade cronológica/série escolar que é um atributo da amostra.

A Análise de *Regressão Logística* que sumariza as relações estudadas e os demais procedimentos estatísticos permitem afirmar que é na idade de 12 anos e portanto na 6ª série

que o desempenho encontra-se pleno, o que permite supor que vale a relação inicialmente proposta, agora em termos da distância percorrida: $dpe < dbi < dca$. De forma geral os dados apresentados indicam a faixa etária de inicia aos 10 e termina aos 13 anos como a de consolidação do processo do entendimento do tempo como integrador da velocidade e do espaço.

Em função da amostra total, verificou-se que 68,8% da amostra é classificada como *Velcor 1*, (Classification table for Velcor, cut 0.50) o que equiivale dizer que igual percentual de sujeitos da amostra entende as variáveis e as relacionam corretamente.

O estudo revelou marcadas diferenças quanto ao posicionamento dos sujeitos em função das estratégias utilizadas para racionalizar a manipulação do tempo para o julgamento de distâncias, a partir da internalização e avaliação da duração através do estímulo sonoro (via sentidos). Vigotsky (1993), quando trata da questão do método investigativo das funções psicológicas superiores afirma ser de importância capital a elucidação do “princípio explicativo”, do objeto a ser estudado, explicitando a dinâmica das relações existentes no processo de desenvolvimento e apropriação do conhecimento.

Cada pessoa ao longo da vida desenvolve, mesmo sem saber, um estilo pessoal de aprender. As atribuições da vida diária nos impede de fazer uma análise acerca das estratégia que usamos, mas é fundamental para melhorar o nosso desempenho (no serviço, na escola, nas relações interpessoais) que tenhamos perfeita consciência deste ato inconsciente – ação mecânica – e passemos a utiliza-lo conscientemente, como uma atividade mental plena.

O *Jogo da distância* possibilitou, portanto, o aflorar destes mecanismos inconscientes através de um conjunto de estratégias demonstradas pelos sujeitos. Consideramos estratégia a forma de organizar determinados recursos e condições para vislumbrar uma solução de um problema ou situação problemática, de maneira nem sempre plenamente consciente, pois algumas vezes elas surgem nas modalidades de insight, heurística ou de serendipidade. As mais evidentemente perceptíveis foram, dentre outras, as Visual-imaginativa, Lógico-verbal (Fala interior), Propioceptiva, Sincrônica, Cinético-sonora (centrada no som) e Lógico-matemática.

Estes processos são resultantes da interação do homem com o meio através da intermediação dos sentidos. Temos que ter em mente que os animais e o homem possuem instrumentos especiais – órgãos dos sentidos – que foram adquiridos e especializados ao longo da evolução, voltados para a recepção de um número de excitações. Por intermédio destas forma-se a imagem sensorial das propriedades da realidade sensível, a forma e o tamanho dos objetos, a distância que os separa entre si e do observador, seu peso, volume, cores e demais atributos que se formam como resultado da interação entre os receptores e o mundo. O estímulo sonoro, o movimento, as imagens mentais das corridas internalizadas pela vivência diária da amostra possibilitou o aflorar destas formar recorrentes de pensar para aplicá-las na resolução da situação problema apresentada pelo jogo.

Na “conversa” que tivemos com as crianças mais jovens, ficou patente a dificuldade de expressar verbalmente as suas ações mentais, isto porque, como afirma Vigotsky (1989/93), no seu sistema de dupla significação, um conceito surge primeiro como atividade prática interpessoal para depois ser apropriado e incorporado à dimensão intrapessoal.

Apontaremos, por motivo de restrição de espaço, algumas estratégias singulares apresentadas pelos sujeitos.

a) Propiocepção ou uso do tato para avaliar o espaço percorrido, evidenciado no comportamento de Ver (10 anos) que, após ouvir o som da sirene, passava o dedo indicador da mão direita pela pista, na tela do vídeo.

Pesquisador: *Por que você está passando o dedo na tela?*

Ver (10 a) : *Para marcar (responder) ...*

Pesquisador: *O que você vai marcar aí? O tempo?*

Ver (10 a) : *Não, onde ele pára!*

Pesquisador : *Mas como você sabe passando o dedo?*

Ver (10 a): *Por que sei...*

Pesquisador: *Mas, como é você sabe que ele vai parar aí?*

Ver (10 a) : *Ah! Por que sim..*

Ujtomskii, que desenvolveu a teoria reflexa do tato de Sechenov, apud Ananiev (1967:132-3) considerava a mão humana como um instrumento complexo do cérebro, ao mesmo tempo um órgão natural e trabalho e de conhecimento das propriedades mecânicas, físicas e espaciais dos corpos materiais do mundo exterior, com a qual o homem trabalha com e como ferramenta. Aqui, o tato é o marcador dinâmico que assegura o relógio interno, na correlação entre a duração do toque da sirene e o percurso do móvel na pista. Pura associação cinemática do tempo!

b) Centração pelo som (tempo como grandeza qualitativa e quantitativa)

Marina (10 a, 5ª série) afirma ser fácil perceber as durações do som, pois o seu modelo de tempo é um contínuo que se compara em duração, sem unidades.

Pesquisador: *Como você mede (avalia) a duração do som da buzina?*

Marina: *O som a gente percebe que é diferente. São três. Um é menor, um é um pouco maior e outro é grande...*

Pesquisador: *O que você acha que apresenta (o som da buzina)?*

Marina: *Eu acho que ele é o tempo, mas não sei (posso) medir...*

Pesquisador: *Como você faz para saber o tempo que dura uma aula?*

Marina: *Ah!. A aula é chata! O tempo custa a passar... o recreio é curto, porque é gostoso. A mesma coisa é o fim de semana... passa rápido.*

Tiago (10 a, 5ª série): *Eu conto a duração do som... o som pequeno vai de 7 até 8, o som maior vai de 15 a 17 e o som maior vai de 20 a 25. (sem unidades!)*

Pesquisador: *Mas como relacionar ao homem a pe', de bicicleta e de carro?*

Tiago: *Ora, como eu sei que o homem corre menos que a bicicleta e que o carro, é só arrastar o mouse para a distância...*

Observa-se nestes trechos de diálogos que a preocupação inicial está centrada no som, no tempo enquanto fenômeno que possui uma finitude, uma duração. Sabe-se que os sons guardam entre si razões matemáticas conhecidas desde os Pitagóricos (1 para 2 (oitava), 3 para 2 (Quinta, etc). Verifica-se também que os estímulos sonoros que agem sobre o sujeito possuem sempre uma direção determinada, facilitando portanto, de alguma forma, àqueles que possuem um limiar sonoro diferenciado, aquilatar distância até mesmo a partir do Efeito

Dopple, não sendo absurdo supor que algumas pessoas podem, a partir daí, conseguir relações entre tempo e espaço, para avaliar velocidades, como parece ser o caso relatado e aqui analisado.

c) Lógico-matemática

Pesquisador: *Como você raciocinou (pensou) para fazer o seu jogo?*

Alex. (14 a, 8ª série): *Durante o teste eu prestava muita atenção na duração do som. Usei uma contagem (simples) para medir o tempo da duração do som da buzina ...*

Pesquisador: *Como uma contagem simples...*

Alex: *Ah! fiz uma proporção (matemática) para encontrar cada distância... menor para o homem a pé, média para a bicicleta e grande para o carro.*

Verifica-se através dos relatos que uma estratégia lógica e bem determinada foi posta em prática. Os sujeitos utilizaram artifícios para compor de certa forma uma relação matemática, uma proporção entre as variáveis avaliadas (espaço e tempo, por meio da velocidade). Observa-se o uso da linguagem matemática – uma espécie de *segunda linguagem*-, bem definida, que permite supor a presença de conceitos científicos (física/matemática) mais elaborados, não sendo portanto demasiado supor o domínio pleno do simbólico que indica que estes sujeitos realmente compreendem, detêm, relacionam e incorporam ao seu referencial conceitual, os conceitos físicos em questão: espaço, tempo e velocidade.

Não podemos esquecer aqui, o papel da educação escolar – até mesmo como ambiente propício (por excelência) para o aprimoramento das funções psicológicas superiores dos indivíduos. Porém, é estranho, no mínimo, o não aproveitamento das *sensações* ao longo do processo ensino/aprendizagem, principalmente pelas disciplinas de conhecimento dependente, desde a partida, dos conceitos primitivos em discussão, como a Física.

Não se trata de discordar de Bachelard (1996), que afirmou ser *o sensitismo a porta dos obstáculos ao conhecimento*. Preferimos supor que os problemas e não raro os equívocos desta questão epistemológica central não são minimamente contemplados nos cursos de formação docente. Daí a escola e seus professores não serem capazes de trabalhar construtivamente o confronto entre o conhecimento cotidiano (adquirido por esta via) e o conhecimento científico, descontextualizado e mais elaborado para superar as limitações impostas aos órgãos dos sentidos. Como primeiros mecanismos analisadores da realidade ampla e complexa pelo sujeito epistêmico, os sentidos parecem constituir portas e janelas com resultados de aprendizagem significativa, muitas vezes conflitiva com o conhecimento mais aceito da ciência moderna. Por vezes parece que esta aboliu aqueles, por vezes o professor respeita as *concepções alternativas* sem saber por onde o conflito deve caminhar, se é possível se superar minimamente aquelas...

Vale lembrar que a aprendizagem eficiente (e eficaz) não é concebida sem a vivência, pois não se apreende uma realidade estranha, distante, intangível. E haveria uma outra forma de vivenciar a realidade sem a concorrência dos sentidos, das sensações e percepções que fazem a ligação entre o mundo fenomênico e o mundo da mente? Haveria uma razão tão racional a ponto de prescindir de uma experiência primeira?

Parece-nos que a valorização do mundo das idéias, consideradas as diferenças entre os mais próximos do neoplatonismo - para quem pouco ou nenhum valor é atribuído à *doxa* - e outros, filiados ao neor Aristotelismo - para quem o sensitivo é algum conhecimento - não raro é de tal maneira sobrelevada pelos professores em geral e de ciências em particular, que mesmo as concepções clássicas mais compartilhadas de *espaço e tempo* situam-se numa dimensão disjunta das sensações/percepções que os alunos adolescentes detêm das mesmas. Cabe então enfrentar esta possível conexão, seja pelo modelo da ruptura, seja por uma descontinuidade menos brusca.

Finalmente, mas não menos importante, trabalhar esta questão nas aulas de Física/Ciências, não significa resolver o problema, mas equacioná-lo para se abrir uma discussão consistente e cognitivamente compatível sobre as elaborações científicas alternativas para o *espaço* e o *tempo* ou o *espaço-tempo* deste século, reveladas pelas teorias da Relatividade e Quântica e, mais recentemente pelo estudo dos fenômenos complexos. Uma discussão permeada pelas questões de Filosofia e de Ciências Naturais e Sociais, que parece cada vez mais fascinante e aberta para nossa imaginação e conhecimento.

Referências Bibliográficas

ANANIEV, B. G. Sobre a teoria del sentido del tacto, in: *Psicologia Sovietica contemporanea*. Habana: Instituto del libro, 1967

ARIÉS, P. *História social da criança e da família*. Rio de Janeiro: Zahar, 1981

BACHELARD, G. *A formação do espírito científico*. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996

BENJAMIN, W. *Reflexões : a criança, o brinquedo e a educação*. São Paulo: Summus Editorial, 1984

BORGES, A . Tarcísio. Um estudo de Modelos Mentais. In: *Investigações em Ensino de Ciências, Vol.2:(3):207-26,1997*

COLE, Michael. Desenvolvimento cognitivo e escolarização formal: a evidência da pesquisa transcultural, in Moll, L.C. *Vigotsky e a educação*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

ELKONIN, D.B. *Psicologia del juego*. Madris: Pablo del Rio editor, 1980

KRAPAS, S, QUEIROZ, G; COLINVAUX e FRANCO, C. Modelos: uma análise de sentidos na literatura de pesquisa em Ensino de Ciências. In: *Investigações em Ensino de Ciências, Vol.2:(3):185-206,1997*

LEONTIEV, Alexis. *O desenvolvimento do psiquismo*. Lisboa: Horizonte universitário, 1978

MOREIRA, M.A. Modelos mentais. In: *Investigações em Ensino de Ciências.Voll.p.193-232,1996*.

OLIVEIRA, M. Kohl de. *Vygotsky*. São Paulo: Scipione, 1997.

SEARLE, J. *Speech acts*. Cambriddge University Press, 1969

SMIRNOV et alii. *Psicologia*. Habana:Ediciones Pedagógicas, 1976

VIGOTSKY, L. S. *El Desarrollo de los Procesos Psicológicos Superiores*. Barcelona: Editorial Crítica, 1993.